

ABSTRACT

CONSTITUTION: In a legged or biped mobile robot, its main body and right and left  
5 feet are installed with visual sensors.

EFFECT: Since it is configured to install a visual sensor at a main body that  
comparatively does not shake, i.e., is stable, information with small image blurring  
can be obtained. In addition, since visual sensors are installed at feet that often meet  
obstacles, a bump or step can be directly recognized, thereby enabling to avoid failure  
10 in walking operation.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) **公開実用新案公報 (U)**

(11)実用新案出願公開番号

**実開平5-93778**

(43)公開日 平成5年(1993)12月21日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>B 25 J 5/00  
19/04

識別記号 庁内整理番号

C 8611-3F

F I

技術表示箇所

(21)出願番号

実開平4-40143

(22)出願日

平成4年(1992)5月20日

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)考案者 小林 実

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

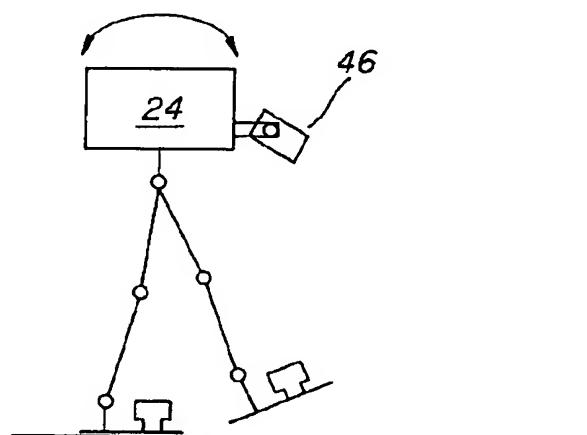
(74)代理人 弁理士 吉田 豊 (外1名)

(54)【考案の名称】 視覚センサを備えた脚式移動ロボット

## (57)【要約】

【構成】 2足歩行の脚式移動ロボットにおいて、筐体と左右の脚部足平とに複眼の視覚センサをそれぞれ取り付ける。

【効果】 ロボットで比較的揺れの少ない筐体に取り付けるので、画像ブレの比較的小さい情報を得ることができると共に、障害物と干渉し易い足平に取り付けるので、段差などを直接的に認識できて歩行が破綻することがない。



## 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 基体と複数本の脚部とからなる脚式移動ロボットにおいて、外界を認識する視覚センサを少なくとも前記基体と脚部とにそれぞれ取り付けたことを特徴とする脚式移動ロボット。

【請求項2】 前記視覚センサを前記脚部の先端付近に取り付けたことを特徴とする請求項1項記載の脚式移動ロボット。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この考案に係る視覚センサを備えた脚式移動ロボットを全体的に示す説明スケルトン図である。

【図2】図1のロボットの構成を具体的に示す正面図である。

【図3】図1のロボットの構成を具体的に示す側面図である。

## 【図4】図2の要部拡大図である。

【図5】図1の制御ユニットの構成を詳細に示すブロック図である。

【図6】図1に示したロボットが移動する状態を示す説明図である。

## 【図7】図1に示したロボットが筐体に取り付けた視覚\*

\*センサで外界を認識する状態を示す説明図である。

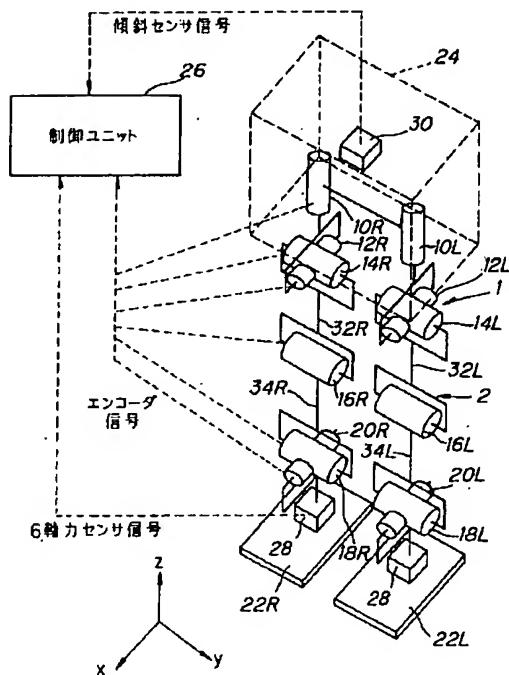
【図8】図1に示したロボットが足平に取り付けた視覚センサで障害物との間の距離を測定する状態を示す説明図である。

【図9】図6と同様の作業を筐体に取り付けた視覚センサで行う状態を示す説明図である。

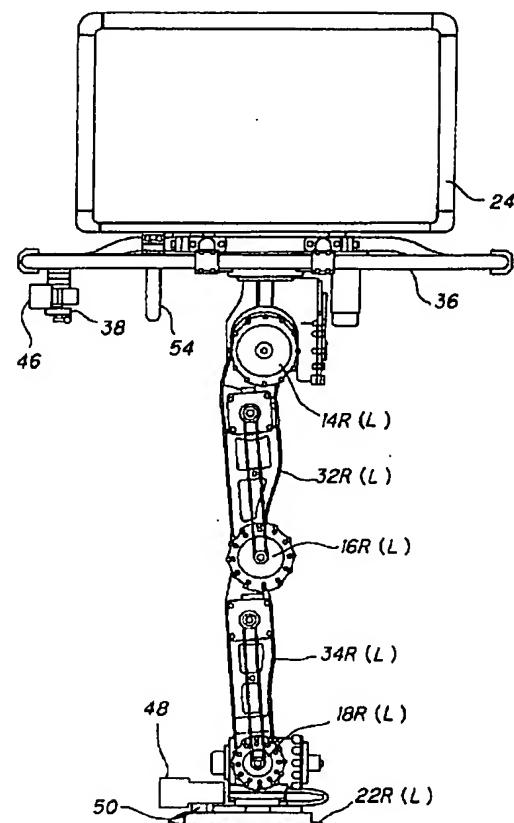
## 【符号の説明】

1	脚式移動ロボット（2足歩行ロボット）
2	脚部リンク
10 R, 10 L	脚部回旋用の関節
12 R, 12 L	腰部のロール方向の関節
14 R, 14 L	腰部のピッチ方向の関節
16 R, 16 L	膝部のピッチ方向の関節
18 R, 18 L	足首部のピッチ方向の関節
20 R, 20 L	足首部のロール方向の関節
22 R, 22 L	足平
24	筐体（基体）
26	制御ユニット
20 46, 48	視覚センサ

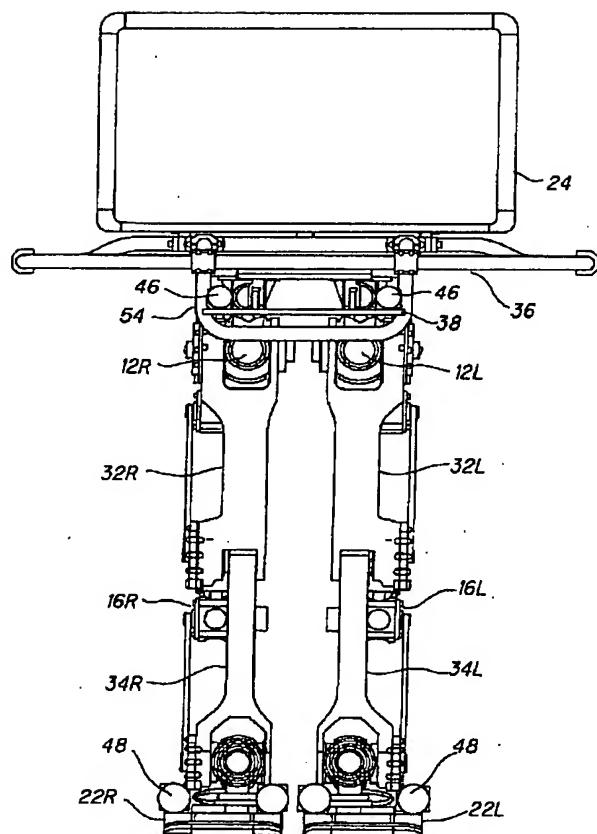
【図1】



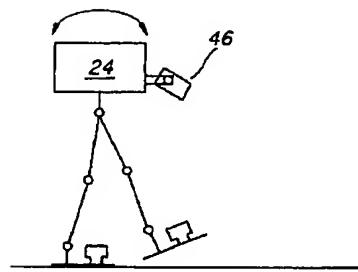
【図3】



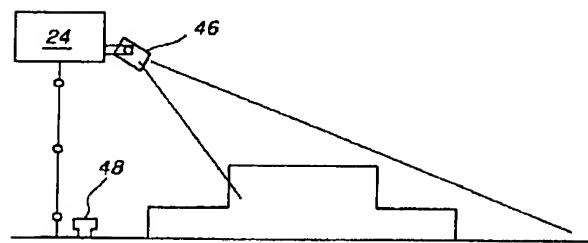
【図2】



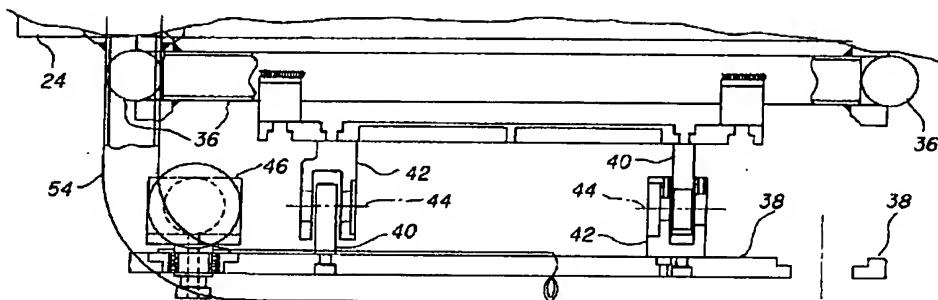
【図6】



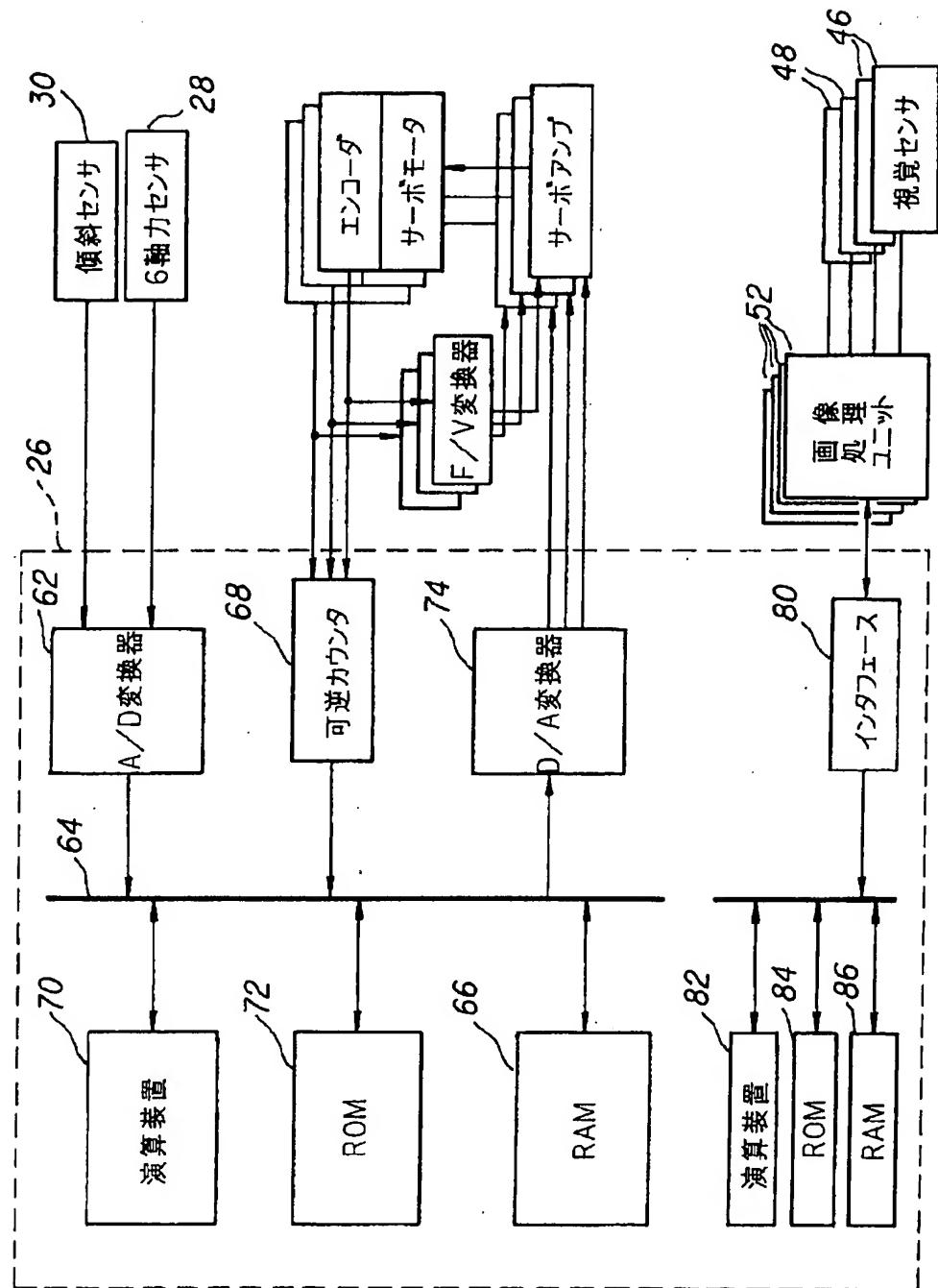
【図7】



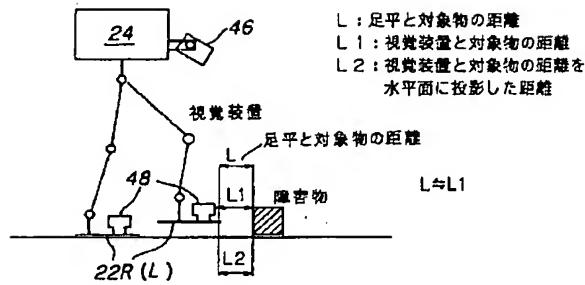
【図4】



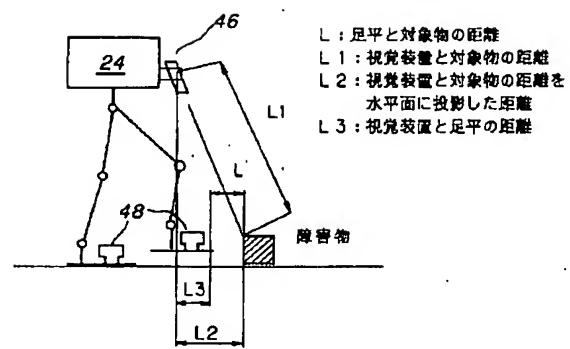
【図5】



【図8】



【図9】



**【考案の詳細な説明】****【0001】****【産業上の利用分野】**

この考案は視覚センサを備えた脚式移動ロボットに関し、より具体的にはその視覚センサの配置レイアウトに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

ロボットは車輪式、クローラ式、脚式に大別することができるが、いずれの形態をとるものであれ、作業環境を自律移動するときは、視覚センサを備えて外界を認識する必要がある。視覚センサを備えた自律移動ロボットとして、車輪式のものは特開昭59-79377号公報で、クローラ式のものは「日立評論」、VOL. 66. No. 10 (1984年10月) で提案されている。しかし、脚式移動ロボットについては未だ提案されていない。

**【0003】****【考案が解決しようとする課題】**

脚式移動ロボットは脚部リンクを駆動して歩行することから、車輪式やクローラ式と比較すると、高い環境適応性を持つ反面、支持多角形の変化が大きいために姿勢が不安定であるのが特徴である。特に人間型の2足歩行ロボットの場合には移動の際に揺れが甚だしく、これは視覚処理を行うときに大きな障害となる。即ち、ロボットと連動して取りつけた視覚装置も揺れるため、画像のブレが起こりやすく、また目標点を追っているときなど、それを見失うこともある。また脚式移動ロボットは、車輪式など他の形態のロボットが使用することが困難な階段などが点在する複雑な構造の3次元空間で作業することが期待されるが、その様な3次元空間を自由に移動するためには、外界を正確に認識して段差などの障害物を回避することができなければならない。

**【0004】**

従って、この考案の目的は前記した不都合を解消することにあり、階段などの構造物を備えた3次元空間においても正確に外界を認識して移動できる様に視覚センサを取り付けた脚式移動ロボットを提供することを目的とする。

**【0005】****【課題を解決するための手段】**

上記した課題を解決するためにこの考案は例えば請求項1項に示す如く、基体と複数本の脚部とからなる脚式移動ロボットにおいて、外界を認識する視覚センサを少なくとも前記基体と脚部とにそれぞれ取り付ける様に構成した。

**【0006】****【作用】**

視覚センサをロボットの構造の中で重心に近くて比較的揺れの少ない基体に取り付けたことから画像のブレが少なく、また目標点を追うときも見失うことが少ない。更に、脚部にも取り付けたことから、例えば階段を昇降するときや段差を超えるときも対象物との距離を直接的に認識することができ、歩行に破綻を来すことがない。

**【0007】****【実施例】**

以下、脚式移動ロボットとして2足歩行のロボットを例にとって、この考案の実施例を説明する。図1はそのロボット1を全体的に示す説明スケルトン図であり、左右それぞれの脚部リンク2に6個の関節を備える（理解の便宜のために各関節をそれを駆動する電動モータで示す）。該6個の関節は上から順に、腰の脚部回旋用（z軸まわり）の関節10R, 10L（右側をR、左側をLとする。以下同じ）、腰のロール方向（x軸まわり）の関節12R, 12L、同ピッチ方向（y軸まわり）の関節14R, 14L、膝部のピッチ方向の関節16R, 16L、足首部のピッチ方向の関節18R, 18L、同ロール方向の関節20R, 20Lとなっており、その下部には足平22R, 22Lが取着されると共に、最上位には筐体（基体）24が設けられ、その内部には制御ユニット26が格納される。また足平R（L）の上部には荷重を検出する6軸力センサ28が設けられると共に、筐体24には筐体の重力方向に対する絶対角度ないしは絶対角速度を検出する傾斜センサ30が設けられる。上記において腰関節は関節10R（L）, 12R（L）, 14R（L）から構成され、また足関節は、関節18R（L）, 20R（L）から構成される。また、腰関節と膝関節との間は大腿リンク32R,

32Lで、膝関節と足関節との間は下腿リンク34R, 34Lで連結される。ここで、脚部リンク2は左右の足についてそれぞれ6つの自由度を与えられ、歩行中にこれらの $6 \times 2 = 12$ 個の関節（軸）をそれぞれ適宜な角度に駆動することで、足全体に所望の動きを与えることができ、任意に3次元空間を歩行することができる。

#### 【0008】

ここで、この考案の特徴は、視覚センサを筐体と足平とに配置したことがある。即ち、図2ないし図4は図1に示したロボット1の構成をより具体的に示すものであって、図2はロボット1の正面図、図3はロボット1の側面図、および図4は図2の要部拡大図（脚部リンク2の図示省略）であるが、それらに良く示す如く、筐体24の下部にはパイプ36が突設され、ロボット1の前面においてはそのパイプ36に平行してプレート38が配置される。図4に示す様に、パイプ36とプレート38からは断面I字状の突起40が突設されると共に、それと係合する断面ほぼC字状の連結体42が対向配置されており、両者はピン（図示せず）で連結されてプレート38が軸線44を中心に揺動できる様に構成される。プレート38にはCCD（固体映像素子）カメラからなる視覚センサ46が並列して2個固定される。上記した構成により、視覚センサ46は制御ユニット26の指令に応じて図示しない機構を通じて前記した軸線44を中心にy軸まわりに揺動して視界を変えることができる。また左右の足平22R（L）のそれぞれの前端には同様の構造を備えた第2の組の視覚センサ48が2個並列して固定される。第2の組の視覚センサ48は、筐体24に配置された第1の組の視覚センサ46と異なってy軸まわりに回動することなく、図3に示す如くマウント50を介して図示の位置に固着される。これらの出力は図5に示す様に、マイクロ・コンピュータからなる画像処理ユニット52に送られる。尚、図2ないし図4において符号54は視覚センサ46を脚部リンク2から保護するバンパである。

#### 【0009】

図5は制御ユニット26の詳細を示すブロック図であり、同様にマイクロ・コンピュータを備える。そこにおいて傾斜センサ30などの出力はA/D変換器62でデジタル値に変換され、その出力はバス64を介してRAM66に送られる

。また各電動モータに隣接して配置されるエンコーダの出力は可逆カウンタ68を介してRAM66内に入力される。制御ユニット内にはCPUからなる演算装置70が設けられており、ROM72に格納されている歩行パターンを読み出して目標関節角度を算出し、その目標値と検出された実測値とから各関節の駆動に必要な制御値を算出し、D/A変換器74とサーボアンプを介して各関節を駆動する電動モータに出力する。また、インターフェース80、演算装置82、ROM84、RAM86からなる知識処理用の第2のマイクロ・コンピュータが設けられており、画像処理ユニット52の出力は、インターフェース80を介してその中に取り込まれる。

#### 【0010】

続いて、動作を説明する。

#### 【0011】

図6は図1に示したロボット1が歩行する状態を左右方向から見た図である。実施例に示した如き2足歩行のロボットは、脚部を振る反力に耐えられる慣性モーメントと質量の筐体がないと、歩行が難しい。人間の場合は、脚部自体の質量が小さく、また腕を振ることで脚部の反力を打ち消すことができるが、図示の様な腕を持たないロボットの場合には筐体24に比較的大きな慣性モーメントと質量とを与えている。その結果、筐体24はロボット各部の中で歩行中の揺れが全方向に亘って最も少なくなる。従って、その様な筐体24に視覚センサ46を取り付けることで、揺れの少ない良好な視覚情報を得ることができる。また、脚式移動ロボットが使用される環境は先にも触れた通り、階段などがある複雑な構造の3次元空間が考えられるが、その様なときでも視覚センサをロボット各部の中で比較的高い位置にある筐体に取り付けることにより、良好な視覚情報を得ることができる。図7はロボット1が段差を乗り越えて移動しようとしている状態を示す説明図であるが、センサ取り付け位置が高いため、段差の末端まで視野に入れることができる。またロボット1をほぼ成人と同様の大きさに製作するとき、このセンサ取り付け位置は人間の視覚位置に近いため、人間用にある多くの標識や物体の認識に効果が大きい。

#### 【0012】

また足平に取り付けることによって障害物との干渉を未然に防止することができる。即ち、図8に示す様に足平22R(L)が障害物に接近したとき、足平22R(L)と障害物との水平距離は、視覚センサと障害物との間の距離を水平面に投影するだけで求まる。この効果は図9に示す様に、視覚センサが筐体24のみに取り付けられている場合と比較すれば明らかである。即ち、筐体24に設けた視覚センサ46を通じて足平と障害物との距離Lを求めるためには、 $L = L_2 - L_3$ を算出することとなるが、視覚センサ46から足平22R(L)に至るまでの多くのリンクを介して位置関係を求める場合、一般的にリンクや歯車の撓みなど誤差要因となる因子が多くあって計算精度も高くなく、また実施例に示したロボットの様に多くのリンクを備えるとき、計算時間も長くなつてリアルタイムに対応しきれない場合が生ずる。それに対し、視覚センサ48を足平22R(L)にも配置するとき、図8に示す様にセンサと障害物との距離L1を測定すれば足りる。この様に、視覚センサを足平に取り付けることは、足先の障害物との距離関係を知る上で大きな効果がある。

#### 【0013】

従つて、図5に示した制御ユニット26において演算装置70は、揺れの少ない筐体に配置した視覚センサ46からの画像情報を通じて作業環境を全体的に視認しつつ移動すると共に、段差などの障害物に接近するなどの局部的な状況においては足平に配置した視覚センサ48からの画像情報を得て障害物を回避しつつ歩行を継続する。尚、距離の測定は複眼の視覚センサでステレオ視し、三角測量の原理を用いて行うが、その手法は公知なものであるので、説明は省略する。

#### 【0014】

この実施例においては上記の如く、揺れの少ない筐体と障害物に干渉し易い足平とにそれぞれ2個の視覚センサを設けてステレオ視可能としたので、両者からの視覚情報を使い分けて外界を全体的にも局部的にも認識することができ、階段などが点在する複雑な構造の3次元空間にあっても支障なく移動することができると共に、足平が段差などの障害物に干渉して歩行が破綻する事がない。

#### 【0015】

尚、上記において、脚部に視覚センサを選択する例として足平を選択したが、

それに限られるものではなく、下腿リンク、大腿リンクなど、種々の個所に配置することができる。

#### 【0016】

また、上記において、複眼の視覚センサを用いてステレオ視する例を示したが、視覚センサが単眼の場合であっても、誤差要因を減らし、計算時間を短縮すると言う意味では同様に有効である。

#### 【0017】

更に、上記において、歩行パターンを予め設定しておく場合を例にとったが、それに限られるものではなく、歩行のときリアルタイムに歩行パターンを求める技術に適用させても良い。

#### 【0018】

更に、上記において、2足歩行の脚式移動ロボットを例にとって説明してきたが、それに限られるものではなく、1足ないしは3足以上の脚式移動ロボットにも妥当するものである。

#### 【0019】

##### 【考案の効果】

請求項1項にあっては、基体と複数本の脚部とからなる脚式移動ロボットにおいて、外界を認識する視覚センサを少なくとも前記基体と脚部とにそれぞれ取り付ける様に構成したので、ロボット各部の中で比較的揺れが少なく画像のブレが小さい筐体に取り付けた視覚センサを通じて外界の状況を全般的に認識すると共に、障害物に干渉し易い脚部に取り付けた視覚センサを通じて外界の状況を局部的に認識することが可能となり、階段などが点在する複雑な構造の3次元空間においても脚部が段差などの障害物に干渉して歩行を破綻させることなく移動することができる。

#### 【0020】

請求項2項の脚式移動ロボットにあっては、前記視覚センサを前記脚部の先端付近に取り付ける様に構成したので、外界の局部的な状況を一層精緻に認識することができ、脚部先端と段差などの障害物との干渉を一層確実に回避することができ、作業環境との適応性が一層向上する。